

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-261203

(43)公開日 平成9年 (1997) 10月3日

(51)Int. Cl.<sup>6</sup>

H 0 4 J 13/06

識別記号

庁内整理番号

F I

H 0 4 J 13/00

技術表示箇所

H

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平9-78900

(22)出願日 平成9年 (1997) 3月13日

(31)優先権主張番号 0 8 / 6 1 7, 4 6 2

(32)優先日 1996年3月18日

(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 390009597

モトローラ・インコーポレイテッド

MOTOROLA INCORPORATED

アメリカ合衆国イリノイ州シャンバーグ、  
イースト・アルゴンクイン・ロード1303

(72)発明者 ユージーン・ジェイ・ブラッカート

アメリカ合衆国イリノイ州60005、アーリ  
ントン・ハイツ、ウエスト・ノイス 203

(72)発明者 フーユン・リング

アメリカ合衆国イリノイ州60195、ホフマ  
ン・エステイツ、マムフォード・ドライブ  
4190

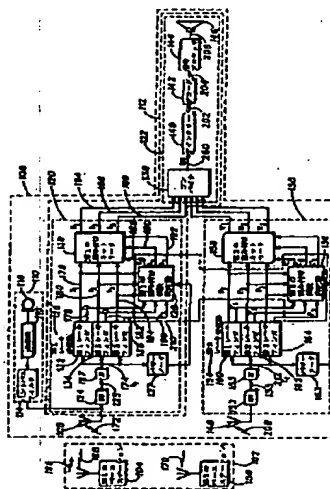
(74)代理人 弁理士 池内 義明

(54)【発明の名称】 C D M A無線受信機における重み付け係数の決定方法

(57)【要約】

【課題】 D S S Sシステムにおいて良好に動作するC  
D M A移動ステーションにおける重み付け係数の決定を  
可能にする。

【解決手段】 符号分割多元接続 (C D M A) 無線受信  
機100における重み付け係数188, 190, 192  
の決定方法250である。所望のR F信号166の表現  
172が受信される108, 124, 127。複数のデ  
ータ信号176, 180, 184が所望のR F信号16  
6の表現172に応じて発生される。複数のパイロット  
信号178, 182, 186が所望のR F信号166の  
第1の表現172に応じて発生される。総合受信信号電  
力174が測定される128。複数の重み付け係数18  
8, 190, 192が前記複数のデータ信号176, 1  
80, 184, 前記複数のパイロット信号178, 18  
2, 186および総合受信信号電力174に応じて決定  
される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 符号分割多元接続(CDMA)無線受信機における重み付け係数の決定方法であって、  
 所望のRF信号の第1の表現を受信する段階、  
 前記所望のRF信号の第1の表現に応じて第1の複数のデータ信号を発生する段階、

前記所望のRF信号の第1の表現に応じて第1の複数のパイロット信号を発生する段階、

第1の総合受信信号電力を測定する段階、そして前記第1の複数のデータ信号、前記第1の複数のパイロット信号および前記第1の総合受信信号電力に応じて第1の複数の重み付け係数を決定する段階、

を具備することを特徴とする符号分割多元接続(CDMA)無線受信機における重み付け係数の決定方法。

【請求項2】 前記第1の複数の重み付け係数の各々を決定する段階は次の数式によって計算され、

$$[数19] \quad c_n = (Y_j \times p_n^*) / (I_o - K_j \times E[|p_n|^2])$$

この場合、

$c_n$ は重み付け係数であり、

$Y_j$ はベースステーションによって送信されるパイロット信号の電力に対する前記ベースステーションによって送信されるデータ信号の電力の第1の比率であり、

$p_n^*$ は前記ベースステーションによって送信されるパイロット信号の複素共役であり、

$I_o$ は前記ベースステーションによって送信される総合受信信号電力の推定値であり、

$K_j$ は前記ベースステーションによって送信されるパイロット信号の電力に対する前記ベースステーションによって送信される総合受信信号電力の第2の比率であり、  
 そして $E[|p_n|^2]$ は前記ベースステーションによって送信されるパイロット信号の電力である、

ことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】 さらに、

所望のRF信号の第2の表現を受信する段階、

前記所望のRF信号の第2の表現に応じて第2の複数のデータ信号を発生する段階、

前記所望のRF信号の第2の表現に応じて第2の複数のパイロット信号を発生する段階、

第2の総合受信信号電力を測定する段階、そして前記第2の複数のデータ信号、前記第2の複数のパイロット信号および前記第2の総合受信信号電力に応じて第2の複数の重み付け係数を決定する段階、を具備することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項4】 さらに、

前記第1の複数のデータ信号の各々、前記第1の複数のパイロット信号の各々および前記第1の総合受信信号電力を平滑化する段階、

を具備することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項5】 さらに、

前記平滑化された第1の複数のデータ信号の各々、前記平滑化された第1の複数のパイロット信号の各々および前記平滑化された第1の総合受信信号電力の各々を平均する段階、

を具備することを特徴とする請求項4に記載の方法。

【請求項6】 符号分割多元接続(CDMA)無線受信機における重み付け係数の決定方法であって、  
 所望のRF信号の第1および第2の表現を受信する段階、

10 前記所望のRF信号の第1および第2の表現に応じてそれぞれ第1および第2の複数のデータ信号を発生する段階、

前記所望のRF信号の第1および第2の表現に応じてそれぞれ第1および第2の複数のパイロット信号を発生する段階、

第1および第2の総合受信信号電力を測定する段階、

前記第1および第2の複数のデータ信号の内の少なくとも1つ、前記第1および第2の複数のパイロット信号の内の少なくとも1つおよび前記第1および第2の総合受信信号電力の内の少なくとも1つに応じて第1の複数の重み付け係数を決定する段階、そして前記第1および第2の複数のデータ信号の内の少なくとも1つ、前記第1および第2の複数のパイロット信号の内の少なくとも1つおよび前記第1および第2の総合受信信号電力の内の少なくとも1つに応じて第2の複数の重み付け係数を決定する段階、

20 前記第1および第2の複数のデータ信号の内の少なくとも1つ、前記第1および第2の複数のパイロット信号の内の少なくとも1つおよび前記第1および第2の総合受信信号電力の内の少なくとも1つに応じて第2の複数の重み付け係数を決定する段階、

を具備することを特徴とする符号分割多元接続(CDMA)無線受信機における重み付け係数の決定方法。

【請求項7】 前記第1および第2の複数の重み付け係数の各々を決定する段階は次の数式によって計算され、

30 【数20】  $c_n = (Y_j \times p_n^*) / (I_o - K_j \times E[|p_n|^2])$

この場合、

$c_n$ は重み付け係数であり、

$Y_j$ はベースステーションによって送信されるパイロット信号の電力に対する前記ベースステーションによって送信されるデータ信号の電力の第1の比率であり、

$p_n^*$ は前記ベースステーションによって送信されるパイロット信号の複素共役であり、

40  $I_o$ は前記ベースステーションによって送信される総合受信信号電力の推定値であり、

$K_j$ は前記ベースステーションによって送信されるパイロット信号の電力に対する前記ベースステーションによって送信される総合受信信号電力の第2の比率であり、  
 そして $E[|p_n|^2]$ は前記ベースステーションによって送信されるパイロット信号の電力である、

ことを特徴とする請求項6に記載の方法。

【請求項8】 さらに、

前記第1および第2の複数のデータ信号の各々、前記第1および第2の複数のパイロット信号の各々および前記

50 第1および第2の複数のパイロット信号の各々および前記

第1および第2の総合受信信号電力の各々を平滑化する段階、

を具備することを特徴とする請求項6に記載の方法、

【請求項9】 さらに、

前記平滑化された第1および第2の複数のデータ信号の各々、前記平滑化された第1および第2の複数のパイロット信号の各々および前記平滑化された第1および第2の総合受信信号電力の各々を平均する段階、

を具備することを特徴とする請求項8に記載の方法、

【請求項10】 符号分割多元接続(CDMA)無線受信機を動作させる方法であって、

所望のRF信号の第1の表現を受信する段階、

前記所望のRF信号の第1の表現に応じて第1の複数のデータ信号を発生する段階、

前記所望のRF信号の第1の表現に応じて第1の複数のパイロット信号を発生する段階、

第1の総合受信信号電力を測定する段階、

前記第1の複数のデータ信号、前記第1の複数のパイロット信号および前記第1の総合受信信号電力に応じて第1の複数の重み付け係数を決定する段階、

前記第1の複数の重み付け係数に応じて前記第1の複数のデータ信号を重み付けして第1の複数の重み付けされた受信信号を発生する段階、

前記第1の複数の重み付けされた受信信号を組み合わせる結合された信号を生成する段階、

前記結合された信号をデインタリーブしてデインタリーブされた信号を生成する段階、

前記デインタリーブされた信号をデコードしてデコードされた信号を生成する段階、そして前記デコードされた信号を処理して復元された信号を生成する段階、

を具備することを特徴とする符号分割多元接続(CDMA)無線受信機を動作させる方法、

【発明の詳細な説明】

(0001)

【発明の属する技術分野】本発明は一般的には無線受信機に関しかつ、より特定のには、CDMA無線受信機において重み付け係数(weighting coefficients)を決定するための方法に関する。

(0002)

【関連出願の相互参照】本件出願は、本発明と同じ譲受人に譲渡されかつ本件出願の対応米国出願と同じ日に出願された、「CDMA無線受信機において重み付け係数を適応的に調整する方法」と題する、米国特許出願シリアル番号第08/617,006号(代理人整理番号:CE01904R)に関連している。

(0003)

【従来の技術】無線システムは無線加入者ユニットのユーザに無線通信を提供する。ある特定の形式の無線システムはセルラ無線電話システムである。ある特定の形式の無線加入者ユニットはセルラ無線電話加入者ユニット

であり、しばしば移動ステーションと称される。セルラ無線電話システムは一般に公衆交換電話ネットワーク(PSTN)に接続されたスイッチコントローラおよび複数のベースステーションを含む。該複数のベースステーションの各々は一般に該ベースステーションに近接するある地理的領域を規定しカバレッジ領域を生成する。

1つまたはそれ以上の移動ステーションはベースステーションと通信し、該ベースステーションは移動ステーションと公衆交換電話ネットワークの間の呼を可能にする。セルラ無線電話システムの説明は1989年にウィリアム・シー・ワイ・リー(William C. Y. Lee)博士によって著された「移動セルラ通信システム(Mobile Cellular Communications Systems)」なる書物に記載されている。

【0004】いくつかの移動ステーションはベースステーションから送信される通信信号の受信を改善するため空間ダイバーシティ(space diversity)を有する。ダイバーシティは機器の冗長性または重複を使用してマルチパスフェーディング条件の下で受信機の性能の改善を達成する。空間ダイバーシティは、特に、波長に関連する距離だけ物理的に間隔をあけた2つまたはそれ以上のアンテナを使用する。空間ダイバーシティシステムにおいては、送信された信号はやや異なる経路によって送信機から受信機における2つのアンテナへと進行する。さらに、各々のアンテナによって受信される送信信号がまた送信機から異なる経路で進行する、反射経路が存在する。経験的に、反射経路が送信信号との干渉によりフェーディングを生じさせる場合、2つの受信信号は、異なる経路のため、マルチパスフェーディングの存在によって同時に同じ程度に影響を受けることはない。送信機からの2つのアンテナのうちの一方への経路は送信および反射経路波の位相打消しを生じさせるかもしれないが、他方のアンテナへの複数の経路が同時に位相打消しを生じさせる確率は低い。2つのアンテナが全く同じ信号を受信する確率は相関係数(correlation factor)と称される。

【0005】知られた空間ダイバーシティシステムはスイッチドアンテナダイバーシティ(SAD)、選択ダイバーシティ(SD)、および最大比結合ダイバーシティ(maximal ratio combining diversity:MRCD)を含む。各々のダイバーシティシステムは該ダイバーシティシステムを制御するためにその中にプログラムされたアルゴリズムを有するコントローラを含む。これらの3つのダイバーシティシステムの詳細な比較は、カナダのモントリオールにおける、1978年の、IEEE Canadian Conference on Communications and Powerにおける、ズドゥネック(Zdunek)他による“On the Optimization o

f Simple Switched Diversity Receivers”、および1979年12月の、IEEE Transactions on Communicationsにおける、ズドゥネック他による、“Performance and Optimization of Switched Diversity Receivers”に記載されている。これら3つのダイバシティシステムについての簡単な説明を次に行なう。

【0006】SADは単極双投(single pole, double throw)無線周波(RF)スイッチを介して単一の受信機に結合された2つのアンテナを使用する。コントローラは各々のアンテナから受信された信号をサンプルして2つのアンテナのうちの一方のみを一度に受信機に結合する。

【0007】SDは2つのアンテナおよび2つの受信機を使用し、各アンテナはそれ自身の受信機に結合されている。最も高いベースバンド信号対雑音比(SNR)を有する受信機が復調信号となるよう選択される。SDはSADに対し改善された性能を与えるが、それは前記受信機によって生成される信号はSADよりも頻繁に監視することができスイッチングトランジエントを被ることがより少ないからである。しかしながら、SADおよびSDの双方の弱点は任意の時点に1つのアンテナのみが使用され、一方他のものは無視されることである。

【0008】MRCDもまた2つのアンテナおよび2つの受信機を使用し、各アンテナはそれ自身の受信機に結合されている。MRCDは各々の信号をそれらのSNRに比例して重み付けかつ次にそれらを加算することにより各アンテナからの信号を利用することを探求する。したがって、各々のダイバシティ分岐における個々の信号は同相にされ(cophased)および結合され、貧弱なSNRを備えているものであっても、全ての受信信号を利用する。しかしながら、MRCDの欠点はMRCDがSADまたはSDよりも実施するのがより困難でありかつ複雑なことである。

【0009】特定の形式のセルラ無線電話システムはスペクトル拡散信号方式を使用する。スペクトル拡散は送信される信号によって占有される帯域幅がベースバンド情報信号によって必要とされる帯域幅よりずっと大きいメカニズムとして広く定義することができる。スペクトル拡散通信の2つのカテゴリはダイレクトシーケンススペクトル拡散(DSSS)および周波数ホッピングスペクトル拡散(FHSS)である。2つの技術の要点はそれぞれのユーザの送信電力を、ワット/ヘルツでの、単位帯域幅あたりの電力が非常に小さくなるように広い帯域幅(1-50Mhz)にわたり拡散することである。

【0010】周波数ホッピングシステムはそれらの処理利得(processing gain)を干渉を避けることにより達成し、一方ダイレクトシーケンスシステ

ムは干渉減衰技術を使用する。DSSSについては、受信機の目的は信号が背景ノイズレベルより低い広い受信帯域幅から送信信号を拾い出すことである。受信機はこれを達成するためにはキャリア周波数信号、変調の形式、擬似ランダムノイズ符号レート、そして符号の位相を知らなければならず、それは信号対雑音比は典型的にはマイナス15~30dBであるからである。符号の位相を決定することが最も困難である。受信機は全ての不要の信号を拡散する一方で必要な信号を逆拡散(despread)するために受信信号から符号のスタートポイントを決めるのに同期として知られたプロセスを使用する。

【0011】DSSS技術はシステムの複雑さの増大という犠牲の下に、周波数ホッピングと比較して、卓越したノイズ性能を獲得する。信号のスペクトルはそれを広帯域擬似ランダム符号発生信号によって乗算することにより最も容易に拡散することができる。拡散信号は受信機が信号を復調(すなわち、逆拡散)することができるように正確に知られていることが重要である。さらに、それは受信信号の正しい位相をワンチップ時間(すなわち、部分的または部分整数(subinteger)ビット期間)内で追跡または追従しなければならない。2つのフィードバックループがあり、一方は正しい符号位相を追跡するためのものでありかつ他方はキャリアに追従するためのものである。符号位相ロックのためには、受信機における符号クロックおよびキャリア周波数発生器が局部的に発生されたコードまたは符号が入力する受信コードまたは符号に対して時間的に前後に移動するように調整される。相関器の出力において最大値を生成するポイントで、前記2つの信号は同期され、これは正しいコード位相が獲得されたことを意味する。第2のループ(キャリア追跡ループ)が次にキャリアの位相および周波数を追跡し位相ロックが維持されることを保証する。

【0012】DSSSを使用したセルラ無線電話システムは通常ダイレクトシーケンス符号分割多元接続(DS-SS)システムとして知られている。システムにおける個々のユーザは同じRF周波数を使用するが、個々の拡散コードの使用によって分離される。

【0013】DS-SSシステムにおいては、順方向チャンネル(forward channel)はベースステーションから移動ステーションへの通信経路として定義され、かつ逆方向チャンネル(reverse channel)は移動ステーションからベースステーションへの通信への通信経路として定義される。DS-SS順方向チャンネルの性能はサーマルノイズ制限条件で、0-20km/hrのオーダーの、低い車両速度で、かつソフトハンドオフがありそうなマルチカバレッジ領域において貧弱なものとなる。したがって、順方向チャンネルは典型的にはシステム容量を制限する。

【0014】DS-CDMAの順方向チャネル動作は移動ステーションの受信機にレーキフィンガ(rake fingers)を加えることにより大幅に改善できる。これらの余分のレーキフィンガによって提供される性能の改善は分解または解明可能な遅延広がり(delay spread)およびソフトハンドオフを最適に活用することによりMRCの性能に近づけることができる。各々のレーキフィンガは復調信号とパイロット信号を発生する。典型的には、移動ステーションは中間周波(IF)帯域幅における総合受信電力( $I_o$ )および各々のフィンガに対して復調されるトラフィックチャネルに対するチップあたりの受信パイロット電力( $E_c$ )を測定する。 $E_c/I_o$ の比率は各々のフィンガに対して決定されかつ関連するトラフィックチャネルの信号対雑音比として取り扱われる。この比率は各々のレーキフィンガからの対応する復調トラフィック信号を重み付けするための重み付け関数を決定するために使用される。全てのレーキフィンガからの重み付けされかつ復調された信号は結合されかつデコードされる。各々のレーキフィンガによって受信される信号は異なる伝搬経路を通じて進行する送信信号のコピーであるから、レーキフィンガの出力を組み合わせることはまたある形式のダイバシティとして取り扱うことができる。受信機のダイバシティ利得はさらに複数のアンテナを使用することにより改善できる。典型的には、2つのアンテナを使用することができる。そのような受信機においては、1つまたはそれ以上のフィンガが各アンテナに接続される。全てのフィンガの出力は単一のアンテナを備えた受信機と同様に組み合わせられる。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、この方法に関連して依然として2つの問題がある。総合信号電力( $I_o$ )は総合のノイズ電力に比例せず、それは同じベースステーションからのパイロット信号および受信信号の一部は所望の信号に対して直交しているからである。さらに、2つのセルからの前記比率( $E_c/I_o$ )の間の関係は対応するトラフィックチャネルの信号対雑音比の間の関係を反映しない。

【0016】残念なことに、フィールドテストではほんの少しの割合の時間のみの測定を行っており、大きな分解または解明可能な遅延広がりがあり、かつ理論およびシミュレーションの双方は信号の非常に限られた振幅範囲にわたるソフトハンドオフの強化を示している。その結果、順方向チャネルは、アンテナダイバシティを有しかつ全てのそのフィンガの十分な利用を行なう逆方向チャネルに対して、性能の劣化を被っている。

【0017】フレームエラー率(FER)の発生が関連しているため順方向チャネルにおける到達範囲(range)が低減するのみならずチャネルの品質がより悪くなる。これに対し、逆方向チャネルエラーは時間的によ

りランダムでありその結果より高い品質の音声が得られる。前記相関の基本的な理由はフェーディングチャネルの特性および順方向チャネルの電力制御ループののろさ(sluggishness)である。

【0018】加入者ユニットの受信機がアンテナダイバシティを達成するため1つより多くのアンテナを使用する場合でも、従来技術の重み付け係数の決定における問題は、個々に最大にされた信号対雑音比(SNR)を有する、同相化されかつ重み付けされた信号を加える場合に、組み合わせられた信号対雑音比を最大にしない場合があることである。

【0019】したがって、従来技術の不都合を克服しかつDSSSシステムにおいて良好に動作するCDMA移動ステーションにおける重み付け係数を決定する方法が必要である。

【0020】

【課題を解決するための手段】本発明の一態様によれば、符号分割多元接続(CDMA)無線受信機における重み付け係数の決定方法において、所望のRF信号の第1の表現を受信する段階、前記所望のRF信号の第1の表現に応じて第1の複数のデータ信号を発生する段階、前記所望のRF信号の第1の表現に応じて第1の複数のパイロット信号を発生する段階、第1の総合受信信号電力を測定する段階、そして前記第1の複数のデータ信号、前記第1の複数のパイロット信号および前記第1の総合受信信号電力に応じて第1の複数の重み付け係数を決定する段階が設けられる。

【0021】また、前記第1の複数の重み付け係数の各々を決定する段階は次の数式によって計算することができる、

$$[数21] \quad c_n = (Y_j \times p_n^*) / (I_o - K_j \times E[|p_n|^2])$$

この場合、 $c_n$ は重み付け係数であり、 $Y_j$ はベースステーションによって送信されるパイロット信号の電力に対する前記ベースステーションによって送信されるデータ信号の電力の第1の比率であり、 $p_n^*$ は前記ベースステーションによって送信されるパイロット信号の複素共役であり、 $I_o$ は前記ベースステーションによって送信される総合受信信号電力の推定値であり、 $K_j$ は前記ベースステーションによって送信されるパイロット信号の電力に対する前記ベースステーションによって送信される総合受信信号電力の第2の比率であり、そして $E[|p_n|^2]$ は前記ベースステーションによって送信されるパイロット信号の電力である。

【0022】前記方法においては、さらに、所望のRF信号の第2の表現を受信する段階、前記所望のRF信号の第2の表現に応じて第2の複数のデータ信号を発生する段階、前記所望のRF信号の第2の表現に応じて第2の複数のパイロット信号を発生する段階、第2の総合受信信号電力を測定する段階、そして前記第2の複数のデ

ータ信号、前記第2の複数のパイロット信号および前記第2の総合受信信号電力に応じて第2の複数の重み付け係数を決定する段階を設けると好都合である。

【0023】さらに、前記第1の複数のデータ信号の各々、前記第1の複数のパイロット信号の各々および前記第1の総合受信信号電力を平滑化する段階を設けることもできる。

【0024】さらに、前記平滑化された第1の複数のデータ信号の各々、前記平滑化された第1の複数のパイロット信号の各々および前記平滑化された第1の総合受信信号電力の各々を平均する段階を設けてもよい。

【0025】本発明の別の態様では、符号分割多元接続(CDMA)無線受信機における重み付け係数の決定方法において、所望のRF信号の第1および第2の表現を受信する段階、前記所望のRF信号の第1および第2の表現に応じてそれぞれ第1および第2の複数のデータ信号を発生する段階、前記所望のRF信号の第1および第2の表現に応じてそれぞれ第1および第2の複数のパイロット信号を発生する段階、第1および第2の総合受信信号電力を測定する段階、前記第1および第2の複数のデータ信号の内の少なくとも1つ、前記第1および第2の複数のパイロット信号の内の少なくとも1つおよび前記第1および第2の総合受信信号電力の内の少なくとも1つに応じて第1の複数の重み付け係数を決定する段階、そして前記第1および第2の複数のデータ信号の内の少なくとも1つ、前記第1および第2の複数のパイロット信号の内の少なくとも1つおよび前記第1および第2の総合受信信号電力の内の少なくとも1つに応じて第2の複数の重み付け係数を決定する段階が設けられる。

【0026】また、前記第1および第2の複数の重み付け係数の各々を決定する段階は次の数式によって計算することができる。

$$[数22] \quad c_n = (Y_j \times p_n^*) / (I_o - K_j \times E[|p_n|^2])$$

この場合、 $c_n$ は重み付け係数であり、 $Y_j$ はベースステーションによって送信されるパイロット信号の電力に対する前記ベースステーションによって送信されるデータ信号の電力の第1の比率であり、 $p_n^*$ は前記ベースステーションによって送信されるパイロット信号の複素共役であり、 $I_o$ は前記ベースステーションによって送信される総合受信信号電力の推定値であり、 $K_j$ は前記ベースステーションによって送信されるパイロット信号の電力に対する前記ベースステーションによって送信される総合受信信号電力の第2の比率であり、そして $E[|p_n|^2]$ は前記ベースステーションによって送信されるパイロット信号の電力である。

【0027】前記方法においては、さらに、前記第1および第2の複数のデータ信号の各々、前記第1および第2の複数のパイロット信号の各々および前記第1および第2の総合受信信号電力の各々を平滑化する段階を設け

ると好都合である。

【0028】さらに、前記平滑化された第1および第2の複数のデータ信号の各々、前記平滑化された第1および第2の複数のパイロット信号の各々および前記平滑化された第1および第2の総合受信信号電力の各々を平均する段階を設けることもできる。

【0029】本発明のさらに別の態様では、符号分割多元接続(CDMA)無線受信機を動作させる方法において、所望のRF信号の第1の表現を受信する段階、前記所望のRF信号の第1の表現に応じて第1の複数のデータ信号を発生する段階、前記所望のRF信号の第1の表現に応じて第1の複数のパイロット信号を発生する段階、第1の総合受信信号電力を測定する段階、前記第1の複数のデータ信号、前記第1の複数のパイロット信号および前記第1の総合受信信号電力に応じて第1の複数の重み付け係数を決定する段階、前記第1の複数の重み付け係数に応じて前記第1の複数のデータ信号を重み付けして第1の複数の重み付けされた受信信号を発生する段階、前記第1の複数の重み付けされた受信信号を組み合わせる段階、前記結合された信号を生成する段階、前記結合された信号をデインターリーブしてデインターリーブされた信号を生成する段階、前記デインターリーブされた信号をデコードしてデコードされた信号を生成する段階、そして前記デコードされた信号を処理して復元された信号を生成する段階が設けられる。

【0030】

【発明の実施の形態】図1は、無線システム102において使用するための移動ステーション100のブロック図を示す。無線システム102は概略的に、例えば、第1のベースステーション104および第2のベースステーション106を含む複数のベースステーションを含んでいる。移動ステーション100は概略的に第1のアンテナ108、送信機セクション110および受信機セクション112を含む。送信機セクション110はバンドパスフィルタ114、送信機116およびマイクロホン118を含む。受信機セクション112は第1のフロントエンド受信機セクション120およびバックエンド受信機セクション122を含む。第1のフロントエンド受信機セクション120はバンドパスフィルタ124、中間周波(IF)コンバータ127、第1のパワーメータ137、第1のレーキ受信機(rake receiver)126、第1の重み付け係数決定装置128および第1の重み付けネットワーク130を含む。第1のレーキ受信機126は第1のレーキフィンガ(rake finger)132、第2のレーキフィンガ134および第3のレーキフィンガ136を含む。バックエンド受信機セクション122はコンバイナ138、デインターリーバ(deinterleaver)140、デコーダ142、信号プロセッサ144およびスピーカ146を含む。



【0031】移動ステーション100はまた第2のアンテナ148および第2の受信機フロントエンドセクション150を含む。第2の受信機フロントエンドセクション150はバンドパスフィルタ152、中間周波(IF)コンバータ153、第2のパワーメータ163、第2のレーキ受信機154、第2の重み付け係数決定装置156、および第2の重み付けネットワーク158を含む。第2のレーキ受信機154は第1のレーキフィンガ160、第2のレーキフィンガ162および第3のレーキフィンガ164を含む。

【0032】前記無線システム102においては、第1のベースステーション104は第1の所望の無線周波(RF)信号166を移動ステーション100に送信しかつ第2のベースステーション106は第2の所望の無線周波(RF)信号170を移動ステーション100に送信する。所望のRF信号168は所望のRF信号166の複製であるが反射その他により遅延されかつ減衰されている。所望のRF信号170は所望のRF信号166と同じであるがハンドオフその他のために第2のベースステーション106からのものとなっている。一般に、移動ステーション102はそれらの間で有効な通信を提供するためにベースステーションによって提供されるカバレッジエリア内にあることが必要であることが知られている。典型的な無線システムにおいては2つより多くのベースステーションおよび3つより多くの所望のRF信号があり得るが、本発明を説明するためには図1の無線システム102で十分であることに注意を要する。前記2つのベースステーションは第1のベースステーション104および第2のベースステーション106の間の移動ステーション100のハンドオフ状態を概略的に表している。

【0033】移動ステーション100においては、第1のアンテナ108は送信機セクション110および受信機セクション112に結合されている。送信機セクション110はアンテナ108から信号を送信しかつ受信機セクション112はアンテナ108から信号を受信する。

【0034】受信機セクション112においては、第1のアンテナは所望のRF信号166、168および/または170の第1の対応信号または表現(representation)172を受信する。アンテナ108はバンドパスフィルタ124に結合されている。バンドパスフィルタ124は所望のRF信号172の前記第1の表現を所定の帯域幅に渡りろ波してライン125にろ波された信号を生成する。好ましい実施形態では、前記所定の帯域幅は1.25メガヘルツである。

【0035】前記IFコンバータ127は技術的に知られているようにライン125におけるろ波された信号を無線周波からライン174における中間周波へと変換する。IFコンバータ127の例は概略的に、ジョン・ブ

ロアキス(John Proakis)による「デジタル通信(Digital Communications)」、マクグロウヒル(McGraw-Hill)、1989年、の書物、あるいは1992年の、「通信に関するIEEE紀要(IEEE Transactions on Communications)」、vol. com-30, pp855-884、レイモンド・エル・ピックホッツ(Raymond L. Pickholtz)他による「スペクトル拡散通信の理論—論文(Theory of Spread Spectrum Communications—A Tutorial)」に述べられている。IFコンバータ127の多くの機能は技術的によく知られているように個別部品であるいは集積回路(IC)として実施できる。

【0036】前記パワーメータ137はIFコンバータ127の出力において総合的な受信電力 $I_o$ を測定する。測定された総合受信電力 $I_o$ は前記第1の重み付け係数決定装置128に送られる。

【0037】第1のレーキ受信機126はIFコンバータ127に結合されかつ第1のレーキフィンガ132、第2のレーキフィンガ134および第3のレーキフィンガ136を含む第1の複数のレーキフィンガ132、134および136を有する。好ましい実施形態では、3つのレーキフィンガがある。しかしながら、任意の数のレーキフィンガを使用することができる。第1のレーキフィンガ132は受信信号、 $x_1$ 、をライン176にかつパイロット信号、 $p_1$ 、をライン178に発生する。第2のレーキフィンガ134は受信信号、 $x_2$ 、をライン180にかつパイロット信号、 $p_2$ 、をライン182に発生する。第3のレーキフィンガ136は受信信号、 $x_3$ 、をライン184にかつパイロット信号、 $p_3$ 、をライン186に発生する。複素数である、受信信号 $x_1$ 、 $x_2$ および $x_3$ は前記所望のRF信号166、168および/または170の第1の表現172を示す復調された信号である。受信信号 $x_1$ 、 $x_2$ および $x_3$ はまたデータ信号、トラフィックチャネル信号およびトラフィックデータとして知られている。これらもまた複素数であるが、パイロット信号 $p_1$ 、 $p_2$ および $p_3$ は受信信号 $x_1$ 、 $x_2$ および $x_3$ に対応する。受信信号 $x_1$ 、 $x_2$ および $x_3$ 並びにパイロット信号 $p_1$ 、 $p_2$ および $p_3$ を生成するための第1のレーキ受信機126の動作は技術的によく知られており、例えば1995年にアディソン・ウェスリー出版社(Addison-Wesley Publishing Company)によって出版された、エー・ジェイ・ビタービ(A. J. Viterbi)による「CDMA—スペクトル拡散通信の原理(CDMA—Principles of Spread Spectrum Communications)」に説明されている。

【0038】パイロット信号 $p_1$ 、 $p_2$ および $p_3$ 、デ

一タ信号 $x_1$ 、 $x_2$ および $x_3$ 、そして前記総合受信信号電力 $I_0$ は第1の重み付け係数決定装置128に結合される。第1の重み付け係数決定装置128は第1の複数の複素重み付け係数 $c_1$ をライン188に、 $c_2$ をライン190にかつ $c_3$ をライン192に発生する。第1の複数の複素重み付け係数 $c_1$ 、 $c_2$ および $c_3$ はそれぞれ受信信号 $x_1$ 、 $x_2$ および $x_3$ に対応する。第1の複数の複素重み付け係数 $c_1$ 、 $c_2$ および $c_3$ は図2を参照して説明する第1の方法および図3を参照して説明する第2の方法を使用して決定される。

【0039】第1の重み付けネットワーク130は第1のレーキ受信機126および第1の重み付け係数決定装置128に結合されている。第1の重み付けネットワーク130はそれぞれ前記第1の複数の複素重み付け係数 $c_1$ 、 $c_2$ および $c_3$ に応じて受信信号 $x_1$ 、 $x_2$ および $x_3$ を重み付けして第1の複数の複素重み付け受信信号を発生し、すなわち、それぞれ、 $w_1$ をライン194に、 $w_2$ をライン196にかつ $w_3$ をライン198に発生する。受信信号 $x_1$ は重み付け係数 $c_1$ によって重み付けされて重み付けされた受信信号 $w_1$ を発生する。受信信号 $x_2$ は重み付け係数 $c_2$ によって重み付けされて重み付けされた受信信号 $w_2$ を発生する。受信信号 $x_3$ は重み付け係数 $c_3$ によって重み付けされて重み付けされた受信信号 $w_3$ を発生する。第1の重み付けネットワーク130の動作は各々の $x_i$ 、 $i=1, 2, \dots, n$ 、を対応する重み付け係数 $c_i$ 、 $i=1, 2, \dots, n$ 、の複素共役 (complex conjugate) によって乗算することである。得られた重み付けされた受信信号 $w_i$ 、 $i=1, 2, \dots, n$ 、は $i$ 番目の積の実数部である。

【0040】コンバイナ138は第1の重み付けネットワーク130に結合されかつ第1の複数の重み付けされた受信信号 $w_1$ 、 $w_2$ および $w_3$ を組み合わせて組み合わせられた信号をライン200に生成する。前記第1の重み付け係数決定装置128はライン200における組み合わせられた信号の信号対雑音比 (S/N) を最大にするために、図2および図3に示されるフローチャートに従って、第1の複数の重み付け係数 $c_1$ 、 $c_2$ および $c_3$ を最適化することに注意を要する。デインタリーブ140はコンバイナ138に結合されかつライン200における前記組み合わせられた信号をデインタリーブしてデインタリーブされた信号202を生成する。デコーダ142はデインタリーブ140に結合されかつ前記デインタリーブされた信号をデコードしてライン204にデコードされた信号を生成するよう構成されている。信号プロセッサ144はデコーダ142に結合されかつ前記デコードされた信号を処理してライン206に受信信号を生成するよう構成されている。スピーカ146はライン206における該復元されたまたは再生された信号を音響信

号に変換する。コンバイナ138、デインタリーブ140、デコーダ142、信号プロセッサ144およびスピーカ146の動作は各々技術的によく知られている。

【0041】好ましい実施形態では、第1のレーキ受信機126 (逆拡散動作、I-Q復調、および同期を含む)、第1の重み付けネットワーク130、コンバイナ138、デインタリーブ140、デコーダ142は応用特定集積回路 (ASIC) 内で実施され、これに関しては「CDMA移動ステーションモデムASIC (CDMA Mobile Station Modem ASIC)」、IEEE紀要、1992年、カスタム集積回路会議 (Proceedings of the IEEE 1992 Custom Integrated Circuits Conference)、セクション10.2、ページ1-5; および「CDMAデジタルセルラシステム、ASIC概観 (The CDMA Digital Cellular System an ASIC Overview)」、IEEE紀要、1992年、カスタム集積回路会議 (Proceedings of the IEEE 1992 Custom Integrated Circuits Conference)、セクション10.1、ページ1-7に記載されている。好ましい実施形態では、前記第1の重み付け係数決定装置128および信号プロセッサ144は一般にはマイクロプロセッサまたはデジタル信号プロセッサ (DSP) のようなマイクロコンピュータである。マイクロコンピュータはMC68332型マイクロコントローラとすることができかつDSPはMC56156型のDSPとすることができ、これら双方の部品はモトローラ・インコーポレイテッドにより製造されかつ入手可能である。

【0042】移動ステーション100は好ましくは2つのアンテナ108および148を有する。第2の受信機フロントエンドセクション150は第2のアンテナ148を介して所望のRF信号166、168および/または170の第2の表現208を受信する。第2の受信機フロントエンドセクション150は無線加入者ユニット100に対し空間ダイバシティ動作を提供する。第2の受信機フロントエンドセクション150の動作は前記第1の受信機フロントエンドセクション120の動作と同じである。同様の要素および信号ラインに対し異なる参照数字が付されておりかつプライム符号が同様の信号の参照のために付されていることに注意を要する。従って、第2の重み付け係数決定装置156の第1の重み付け係数 $c'_1$ 、 $c'_2$ および $c'_3$ は図2を参照して説明した第1の方法および図3を参照して説明した第2の方法を使用して決定される。第1の重み付け係数決定装置128および第2の重み付け係数決定装置156は組み合わせられた係数決定装置210を規定する。組み合わせられた係数決定装置210はまた、前記パイロット信号



15

$p_1, p_2$  および  $p_3$  および  $p'_1, p'_2$  および  $p'_3$  の内の少なくとも1つ、前記データ信号  $x_1, x_2$  および  $x_3$  および  $x'_1, x'_2$  および  $x'_3$  の内の少なくとも1つ、および双方のフロントエンドセクション120および150からの第1および第2の総合受信信号電力  $I_o$  および  $I'_o$  の内の少なくとも1つに応じて、それぞれ、おのおののフロントエンドセクション120および150の重み付け係数  $c_1, c_2$  および  $c_3$  および  $c'_1, c'_2$  および  $c'_3$  を決定することができる。

【0043】 所望のRF信号166, 168および/または170の第1の表現172および所望のRF信号166, 168および/または170の第2の表現208は移動ステーション100に同じ情報を提供する。しかしながら、第1のアンテナ108および第2のアンテナ148の空間的な関係のため、一方のアンテナで受信される所望のRF信号は他方のアンテナで受信される所望のRF信号に対して遅延されおよび/または減衰されているであろう。第1の受信機フロントエンドセクション120および第2の受信機フロントエンドセクション150のダイバシティ動作は移動ステーション100の受信を改善するためにこれらの差を利用する。

【0044】 当業者によく知られているように移動ステーション100において2つより多くのアンテナをダイバシティ受信装置に導入することができる。第1のアンテナ108および第2のアンテナ148は一般にRF信号を受信しおよび/または送信することができる任意のアンテナを含む。好ましい実施形態では、第1のアンテナ108および第2のアンテナ148は2分の1ラムダ (one-half lambda) の波長を有するダイポールアンテナである。無線加入者ユニット102内の第1のアンテナ108および第2のアンテナ148の適切な位置、間隔、方向、その他は当業者によく知られている。第2のアンテナ148は技術的によく知られているように移動ステーション100のフラップエレメント内に配置することもできる。

【0045】 好ましい実施形態では、前記第1のアンテナ108は主アンテナと考えられ、それは該アンテナが

16

第1の受信機フロントエンドセクション120および送信機セクション110の双方に結合されているからである。第2のアンテナ148はダイバシティ受信機能を可能にする補助 (または、代替) アンテナと考えられる。送信機セクション110は第2のアンテナ148には結合されていない。

【0046】 無線システム100は一般にRFチャネルによって動作する任意の通信システムを示している。本発明の範囲内に含まれるものと考えられる無線システムは、制限なしに、セルラ無線電話通信システム、2方向無線通信システム、およびパーソナル通信システム (PCS) を含む。

【0047】 好ましい実施形態においては、無線システム100はセルラ無線電話通信システムである。好ましい実施形態においては、該セルラ無線電話通信システムはダイレクトシーケンス-符号分割多元接続 (DS-SS) セルラ無線電話通信システムである。このシステムの標準は、ここに参照のため導入される、1993年7月発行の、TIA/EIA/IS-95、デュアルモード広帯域スペクトル拡散セルラシステムのための移動ステーション-ベースステーション互換性標準 (以後、「IS-95標準」と称する)、に開示されている。

【0048】 好ましい実施形態では、移動ステーション100は上で述べたIS-95標準において述べられたDS-SSセルラ無線電話システムと両立性または互換性ある (compatible) よう設計されたDS-SS無線加入者ユニットである。移動ステーション100は、例えば、車両搭載ユニット、携帯用ユニット、または輸送ユニットのような、技術的によく知られた数多くの形式とすることができる。

【0049】 IS-95標準においては、移動ステーション内のデータエレメントのネーミングのためにある命名法が与えられている。以下の表1はCDMA移動ステーション100における種々のデータエレメントの間のタイミング関係を示す。

【表1】

エレメント	レート (秒)	レート (シンボル)	コメント
チップ	1.2288 Mchip/s		Txビットは「チップ」と称される
シンボル	19.2ksym/s	64チップ/ シンボル	中間ステージビットは「シンボル」
ビット	9.6kbit/s	2シンボル/ ビット	たたみ込み符号器はレート1/2
PCG	800PCG/s	24シンボル/ PCG	電力制御グループ
フレーム	50Hz	192ビット/ フレーム	主データは「ビット」

【0050】DS-CDMAは独自の符号シーケンスの使用によってチャンネルを生成するスペクトル拡散多元接続 (spread-spectrum multiple-access) デジタル通信のための技術である。DS-CDMA信号は高いレベルの妨害の存在の下で可能でありかつ受信される。信号受信の実用的な限界はチャンネルの条件に依存するが、上に述べたIS-95標準において述べられたDS-CDMA受信は静的チャンネル (static channel) に対する信号より18dB大きな妨害の存在の下で行うことができる。典型的には、システムはより低いレベルの妨害および動的チャンネル条件で動作する。

【0051】DS-CDMAセルラ無線電話通信システムは技術的によく知られているようにセクタまたはカバレッジ領域へと分割することができる。DS-CDMAシステムにおいては、通信のための周波数はそれぞれのセルのそれぞれのセクタにおいて再使用され、かつ移動ステーション100によって見られるある与えられた周波数に関する妨害の大部分は移動ステーション100が所在する外側のセルからのものである。

【0052】DS-CDMAベースステーション送受信機は9600ビット/秒の基本的なデータレートを有する信号によって移動ステーション100と通信する。該信号は次に1.2288MHzの送信ビットレート、またはチップレート、に拡散される。拡散はデジタル符号を前記データビットに適用し、DS-CDMAシステムに冗長性を加える一方でデータレートを増大する。そのセルのすべてのユーザのチップは次に加えられて複合デジタル信号を形成する。該複合デジタル信号は次に信号の帯域幅を制限するためにろ波された直角位相シフトキーイング (QPSK) 変調の形式を使用して送信される。

【0053】送信された信号が移動ステーション100によって受信されたとき、前記所望の信号から符号化が除去され、それを9600ビット/秒のデータレートに戻す。符号化が他のユーザのコードに適用された場合、逆拡散はなく、受信信号は1.2288MHzの帯域幅を維持する。データビットに対する送信ビットまたはチップの比率は符号化利得 (coding gain) である。IS-95標準によるDS-CDMAシステムに対する符号化利得は12.8、または21dBである。21dBのこの符号化利得のため、信号レベルより18dB上 (符号化利得後の信号強度の3dB下) までの妨害が静的チャンネルに対して耐え得るものとなる。

【0054】図2は、図1の移動ステーション100において第1の複数の重み付け係数 $c_1$ 、 $c_2$ および $c_3$ を決定するための第1の実施形態を説明するフローチャート250を示している。

【0055】ステップ251において、本方法は始まる。ステップ252において、レーキフィングのすべて

のパイロット信号が図1の第1のレーキ受信機126および第2のレーキ受信機154によって逆拡散される。

【0056】ステップ253において、前記パイロット信号が図1の第1の重み付け係数決定装置128および第2の重み付け係数決定装置156によって受信される。

【0057】ステップ254において、レーキフィングのすべてのトラフィックデータ信号が図1の第1のレーキ受信機126および第2のレーキ受信機154によって逆拡散される。

【0058】ステップ255において、逆拡散されたトラフィックデータが図1の第1の重み付け係数決定装置128および第2の重み付け係数決定装置156によって受信される。

【0059】ステップ256において、総合受信信号電力 $I_o$ および $I'_o$ が、それぞれ、IFフィルタ127および153の出力における電力を読み取ることにより決定される。これは、それぞれ、パワーメータ137および163によって達成される。

【0060】ステップ257において、図には示されていないが、それぞれ、第1の重み付け係数決定装置128および第2の重み付け係数決定装置156内に配置された、2つの高速アダマール変換器 (Hadamard transformers) によって前記総合受信信号電力 ( $I_o$ および $I'_o$ ) から放射エネルギー (ray energy) が決定される。

【0061】ステップ258において、ステップ253、255、256および257から受信された信号が図1の第1の重み付け係数決定装置128および第2の重み付け係数決定装置156によって時間に対して平滑化される。このステップの目的は無線チャンネルノイズ、受信機ノイズおよび信号レート変動からの損傷 (impairments) を低減することである。

【0062】ステップ259において、同じベースステーションからの平滑された信号は図1の第1の重み付け係数決定装置128および第2の重み付け係数決定装置156によって平均される。このステップの目的は無線チャンネルノイズ、受信機ノイズおよび信号レート変動からの損傷をさらに低減することである。両方の重み付け係数決定装置128および156における同じベースステーションからのデータはこのステップにおいて組み合わされるのが好ましい (例えば、ベースステーション106からの平滑化されたパイロット信号 $p_3$ および $p'_3$ が平均されてパイロット信号の推定値を生成する)。

【0063】ステップ260において、パラメータ $Y_j$ および $K_j$ が図1の第1の重み付け係数決定装置128および第2の重み付け係数決定装置156によって計算される。

【0064】ステップ261において、第1の複数の複素重み付け係数 $c_1$ 、 $c_2$ および $c_3$ は以下の数式を使

用して決定される。

$$【数1】 c1 = (Y_{i \dots} \times p1^*) / (I_o - K_{i \dots} \times E[|p1|^2])$$

$$【数2】 c2 = (Y_{i \dots} \times p2^*) / (I_o - K_{i \dots} \times E[|p2|^2])$$

$$【数3】 c3 = (Y_{i \dots} \times p3^*) / (I_o - K_{i \dots} \times E[|p3|^2])$$

この場合、シンボル(\*)は複素共役操作を示し、 $E[|p_i|^2]$ は $p_i$ の累乗またはべき(power)であり、 $I_o$ はIFコンバータ127の後の総合受信信号電力であり、そして $Y_j$ 、 $K_j$ は、 $i$ 番目のフィンガによって復調される、ベースステーション $j$ からの信号の電力分布に関連する定数である。

【0065】特に、前記係数 $Y_j$ は次の数式によって決定される。

$$【数4】 Y_j = (\text{ベースステーション}j \text{によって送信される注目トラフィック信号の電力}) / (\text{ベースステーション}j \text{によって送信されるパイロット信号の電力})$$

この値はフルレートのトラフィックチャネル電力へと正規化される。

【0066】 $K_j$ は、以下に示されるように決定することができ、あるいはリアルタイムで決定される。パイロット $p_i$ およびトラフィック信号のパイロット $x_i$ の電力は以下に示されるように対応するパイロットおよび信号サンプルの複数の2乗振幅を平均することによって計算できる。理想的には $K_j$ は次のようになるべきである。

$$【数5】 K_j = (\text{ベースステーション}j \text{によって送信されるすべての信号の電力}) / (\text{ベースステーション}j \text{によって送信されるパイロット信号の電力})$$

【0067】係数 $K_j$ は前記比率に対する公称値となるようセットすることができる。前記パイロット電力は典型的には総合電力の20%であるから、 $K=5$ の選択肢が受入れ可能である。あるいは、総合送信電力は信号174または212の高速アダマール変換の出力を最も強いパイロットのサンプリング位相で加算しかつこの合計およびパイロットを数多くのまたはある数のフレームにわたり平滑化することにより推定または計算できる。従って、 $K_j$ は2の比率に等しくされる。前述のように、複数の放射からの入力、両方のアンテナおよび複数のフレームをより正確な推定のために使用することができる。

【0068】前記総合受信信号電力 $I_o$ および $I'_o$ は、それぞれ、IFフィルタ127および153の出力における電力を読み取ることによって決定される。この信号は1つまたはそれ以上のフレームにわたり平均することができる。実際の受信機の構成においては、自動利得制御(AGC)回路が常に存在し、この回路がアナログ-デジタル変換器(ADC)によってデジタルサンプルに変換される前に総合受信電力を一定のレベルに保持

する。その結果、 $I_o$ は、当業者に知られた、AGCおよびADCの動作点に依存する定数となる。

【0069】ステップ261において、前記第2の複数の重み付け係数 $c'_1$ 、 $c'_2$ および $c'_3$ が前記第1の複数の重み付け係数 $c_1$ 、 $c_2$ および $c_3$ と同様にして次のように計算される。

$$【数6】 c'_1 = (Y_{i \dots} \times p'^*_1) / (I'_o - K_{i \dots} \times E[|p'_1|^2])$$

$$【数7】 c'_2 = (Y_{i \dots} \times p'^*_2) / (I'_o - K_{i \dots} \times E[|p'_2|^2])$$

$$【数8】 c'_3 = (Y_{i \dots} \times p'^*_3) / (I'_o - K_{i \dots} \times E[|p'_3|^2])$$

【0070】従来技術においては、 $Y_j$ は常に1であり、かつ $K_j$ は常に0であり重み付け係数 $c_1 = p_1^* / I_o$ 、 $c_2 = p_2^* / I_o$ および $c_3 = p_3^* / I_o$ を生じることになる。第1の実施形態は従来技術に対して実際の条件を考慮するため重み付け係数を調整することにより改善を行う。異なるベースステーションによって送信される信号はパイロット信号、トラフィックチャネル信号および総合信号電力の間で一定の関係を維持することができないであろう。実際に、ネットワークの最適化はしばしばこれらの関係を条件の要求に応じて変えることに関連している。また、異なるベースステーションからの信号は典型的には等しくない電力レベルで受信される。上の条件を考慮しない従来技術の重み付けはすべてのフィンガに対して等しい重み付けを与える傾向があり、唯一の変数はコンバイナ138において種々の信号を重み付けするためのパイロットエネルギー $p_i$ である。これに対し、本発明の好ましい実施形態では送信およびチャネル条件を考慮し、それによってコンバイナ138への信号入力に対しより正確な重み付けを与える。これはハンドオフの間において、20 dBまでの改善された性能を生じることができる。

【0071】典型的には、ポート当たり2~4のフィンガが使用されかつそれらはある不平衡な構成を有するよう共有できる(例えば、ときどき一方のポートに4フィンガかつ他方に2フィンガとなる)。前記重み付け係数 $c_i$ の分子(numerator)は瞬時パイロットチャネルのエネルギー尺度をトラフィックチャネルのエネルギー尺度に変換する(すなわち、瞬時トラフィックチャネルエネルギー $= Y_j E[|p_i|^2]$ )。受信信号から値 $Y_j$ を計算するよりはむしろ、ベースステーション104または106は $Y_j$ に対する正しい値を含むメッセージを移動ステーション100に送信することができる。

【0072】ステップ262において、第1のレーキ受信機126によって発生された第1の複数のトラフィックチャネル $x_1$ 、 $x_2$ および $x_3$ が第1の重み付けネットワーク130を使用して第1の複数の複素重み付け係数 $c_1$ 、 $c_2$ および $c_3$ によって重み付けされる。さらに、第2のレーキ受信機154によって発生される第2

21

の複数のトラフィックチャネル $x'_1, x'_2$  および  $x'_3$  が第2の重み付けネットワーク158を使用して第2の複数の複素重み付け係数 $c'_1, c'_2$  および  $c'_3$  によって重み付けされる。

【0073】ステップ263において、第1の重み付けネットワーク130および第2の重み付けネットワーク158によって生成された重み付けされた信号は図1のコンバイナ138を使用して結合されてライン200における結合された信号を生成する。

【0074】ステップ268において、前記組み合わせられた信号200は図1のデインタリーバ140内のデインタリーババッファに格納される。

【0075】ステップ269において、該デインタリーババッファが満たされているか否かの判定が行われる。もし該バッファが満たされていれば、フローはステップ264に続く。もしデインタリーババッファが満たされていないならば、フローはステップ251に戻る。

【0076】ステップ264において、前記結合された信号200が図1のデインタリーバ140を使用してデインタリーブされライン202におけるデインタリーブされた信号を生成する。

【0077】ステップ265において、デインタリーブされた信号が図1のデコーダ142を使用してデコードされてライン204におけるデコードされた信号を生成する。

【0078】ステップ266において、ライン204におけるデコードされた信号はスピーカ146のためのライン206におけるオーディオ信号を生成するよう処理される。本方法はステップ267で終了する。

【0079】図3は、図1の移動ステーション100における第1の複数の重み付け係数 $c_1, c_2$  および  $c_3$  を決定するための第2の実施形態を説明するフローチャート300を示す。

【0080】従来技術の重み付け係数決定の問題は、おのおの個々に最大化された信号対雑音比 (SNR) を有する、同相化され (co-phased) 重み付けされた信号をいっしょに加える場合に信号対雑音比を最大にしない場合があることである。妨害が存在する場合、個々の信号のSNRを最大にするよりはむしろ妨害信号を打消し除去することがより有利であろう。一般的な場合、最善の決定は妨害波を完全に打ち消すのに十分なほど回転させるのではなく、ライン200における結合された信号のSNRを最大にするのに十分なだけ回転させることであろう。

【0081】ステップ301において、本方法はスタートする。ステップ302において、パイロット信号のすべてのフィンガが図1のレーキフィンガ132, 134, 136, 160, 162および164によって逆拡散される。

【0082】ステップ303において、逆拡散されたパ

22

イロット信号は図1の重み付け係数決定装置128および156によって受信される。

【0083】ステップ306において、トラフィックデータのすべてのフィンガは図1のレーキフィンガ132, 134, 136, 160, 162および164によって逆拡散される。

【0084】ステップ307において、逆拡散されたトラフィックデータは図1の重み付けネットワーク130および138によって受信される。

10 【0085】前記2つのアンテナのフィンガがどのようにしてコンバイナの出力において平均2乗エラー (MSE) を最小にする基準に従って最適に組み合わせることができるかを説明するため、 $x_i(k)$  および  $p_i(k)$  が  $k$  番目のシンボルに対する  $i$  番目のフィンガの受信出力のそれぞれ逆拡散データおよびパイロット出力を示すものとする。前記第1、第2および第3のフィンガは第1のアンテナに接続されかつ前記第4～第6のフィンガは第2のアンテナに接続される。従って、時間  $n$  における2進位相シフトキーイング (BPSK) データシンボルの推定値は次の数式の実数部で与えられる。

【数9】

$$\sum_i c_i(n) \times x_i(n)$$

この場合  $c_i(n)$  は結合係数である。

【0086】上の表現の実数部および虚数部はQPSK信号をデコードする場合に使用される。最適のチャネル係数はコンバイナ出力において平均2乗エラーを最小にすべきである。これを達成するため、前記チャネル係数は次の数式の平均2乗値を最小にすべきである。

30 【数10】

$$A - \text{Re} \left[ \sum_i c_i(n) p_i(n) \right]$$

この場合  $A$  は任意の定数である。

【0087】ステップ305において、係数  $c_i$  を解くための簡単な方法は次のように最小平均2乗 (LMS) アルゴリズムを使用することである。もし、最小平均2乗 (LMS) アルゴリズムが前記構成において使用されれば、以下の数式11および14は係数ベクトル  $C(n)$  の計算のためのに使用されるべきである。それは

40 次のようにして再帰的に (recursively) 計算される。

【数11】

$$C(n) = C(n-1) + \Delta e(n) p^*(n)$$

【0088】この場合、 $C(n)$  は係数ベクトルであり、次のように定義される。

【数12】

$$C(n) = [c_1(n), \dots, c_m(n)]^T$$

【0089】また、 $p(n)$  はパイロット信号ベクトルであり、次のように定義される。

50 【数13】  $p(n) = [p_1(n), p_2(n), \dots,$

$p_s(n)]$

【0090】さらに、 $e(n)$ はステップ304におい

$$e(n) = 1 - \sum_i [c_i(n) \times p_i(n)]$$

【0091】これらの数式において、“ $t$ ”および“ $*$ ”は、それぞれ、転置(transpose)および複素共役操作を示している。

【0092】あるいは、ステップ305において、例えば、車両の用途のために、チャネル条件が急速に変化した場合、前記適応アルゴリズムはその急速なチャネル変化を追跡できることが望ましい。そのような場合、重み付け最小2乗アルゴリズムのようなより高度なアルゴリズムを使用して最適の結合係数を決定し、そう良好な性能を得ることができる。そのようなアルゴリズムは最

$$R(n) = \sum_{k=0}^{L-1} w(k) p^*(n-k) p(n-k)$$

であり、かつ

$$r(n) = A \sum_{k=0}^{L-1} w(k) p^*(n-k)$$

の関係がある。またAは任意の常数でありかつLは積分時間である。

【0095】これらの数式において、 $w(k)$ は重み関数であり、これはチャネルのフェーディング特性にしたがって選択されるべきである。大抵の場合、性能上の大きな損失なしに、単に $w(k) = 1$ とすることができる。そのようなウィンドウ関数は便宜的に方形ウィンドウ(rectangular window)と称される。他の一般的な形式のウィンドウはいわゆる指数関数ウィンドウであり、 $w(k) = b^k$ であり、この場合 $0 < b \leq 1$ である。前と同様に、 $n$ 番目のBPSKデータシンボルは前に述べたのと同じ数式によって次のように計算される。

【数18】

$$\sum_i c_i(n) \times x_i(n),$$

この表現の実数部および虚数部はQPSK信号をデコードする場合に使用すべきである。

【0096】当業者には、指数関数または方形ウィンドウが使用される場合、係数ベクトル $C(n)$ は前記行列式を解くことなく再帰的に計算できることがよく知られている。

【0097】ステップ308において、第1のレーキ受信機126によって発生された第1の複数のトラフィックチャネル $x_1$ 、 $x_2$ および $x_3$ が第1の重み付けネットワーク130を使用して前記第1の複数の複素重み付け係数 $c_1$ 、 $c_2$ および $c_3$ によって重み付けされる。

さらに、第2の複数のトラフィックチャネル $x'_1$ 、 $x'_2$ および $x'_3$ は第2のレーキ受信機154によ

て決定された適応エラーであり次のように定義される。

【数14】

最小2乗(least squares: LS)アルゴリズムである。このLSアルゴリズムは係数ベクトル $C(n)$ を計算するために以下の数式15、16および17に示されている。

【0093】前記重み付け係数ベクトル $C(n)$ は次の行列式を解くことにより計算される。

$$\text{【数15】 } C(n) = R^{-1}(n-1) r(n)$$

【0094】この場合、

【数16】

【数17】

て発生され第2の重み付けネットワーク158を使用して第2の複数の複素重み付け係数 $c'_1$ 、 $c'_2$ および $c'_3$ によって重み付けされる。

【0098】ステップ309において、第1の重み付けネットワーク130および第2の重み付けネットワーク158によって生成された重み付けされた信号は図1のコンバイナ138を使用して組み合わせられてライン200に組み合わせられた信号を生成する。

【0099】ステップ314においてこの組み合わせられた信号200は図1のデインタリーバ140内のデインタリーババッファに格納される。

【0100】ステップ315において、前記デインタリーババッファが満たされているかが判定される。もし前記バッファが満たされていれば、フローはステップ310に続く。もし前記デインタリーババッファ満たされていなければ、フローはステップ301に戻る。

【0101】ステップ310において、前記組み合わせられた信号200は図1のデインタリーバ140を使用してデインタリーブされてライン202におけるデインタリーブされた信号を生成する。

【0102】ステップ311において、前記デインタリーブされた信号は図1のデコーダ142を使用してデコードされてライン204にデコードされた信号を生成する。

【0103】ステップ312において、ライン204におけるデコードされた信号はスピーカ146のためにライン206における処理された信号を生成するよう処理される。ステップ313において、本方法は終了する。

【0104】前記第1および第2の実施形態はCDMA

移動ステーションに関して説明されたが、それらはまた同様にベースステーションにおいても実施できる。前記第1および第2の実施形態は特に前記IS-95標準によって特定されるように逆方向チャンネルが順方向チャンネルと同様の構造を有するか、あるいは逆方向チャンネルが少しの妨害波のみを有する、ベースステーションにとって適切なものである。

【0105】

【発明の効果】 以上のように、本発明によれば、従来技術の不都合を克服しかつDSSSシステムにおいて良好に動作するCDMA移動ステーションにおける重み付け係数を決定する改善された方法が実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 無線システムにおいて使用するための移動ステーションを示すブロック図である。

【図2】 図1の移動ステーションにおいて重み付け係数を決定するための第1の実施形態を示すフローチャートである。

【図3】 図1の移動ステーションにおいて重み付け係数を決定するための第2の実施形態を示すフローチャートである。

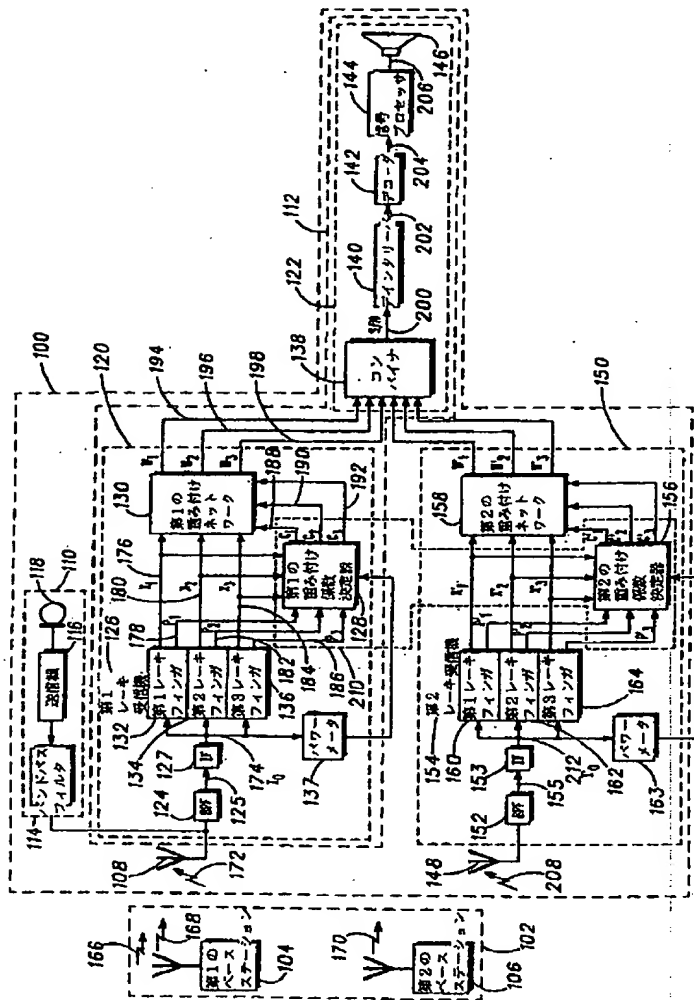
【符号の説明】

100 移動ステーション  
102 無線システム  
104 第1のベースステーション  
106 第2のベースステーション  
108 第1のアンテナ  
110 送信機セクション  
112 受信機セクション  
114 バンドパスフィルタ

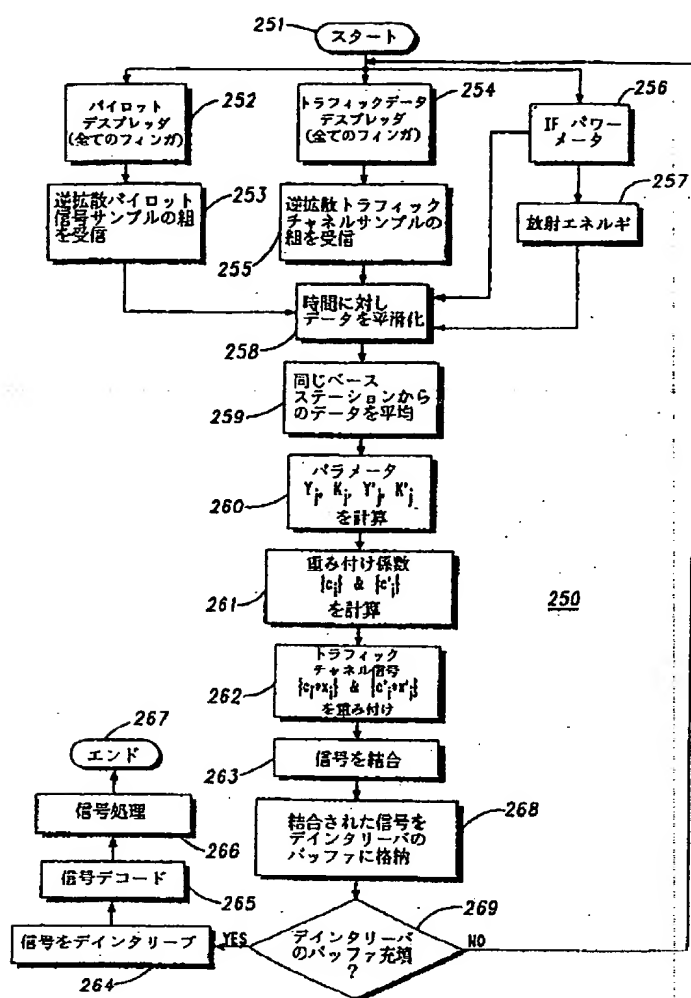
116 送信機  
118 マイクロホン  
120 第1のフロントエンド受信機セクション  
122 バックエンド受信機セクション  
124 バンドパスフィルタ  
126 第1のレーキ受信機  
128 第1の重み付け係数決定装置  
130 第1の重み付けネットワーク  
132 第1のレーキフィンガ  
134 第2のレーキフィンガ  
136 第3のレーキフィンガ  
138 コンバイナ  
140 デインタリーバ  
142 デコーダ  
144 信号プロセッサ  
144 スピーカ  
148 第2のアンテナ  
150 第2の受信機フロントエンドセクション  
152 バンドパスフィルタ  
153 中間周波(IF)コンバータ  
154 第2のレーキ受信機  
156 第2の重み付け係数決定装置  
158 第2の重み付けネットワーク  
160 第1のレーキフィンガ  
162 第2のレーキフィンガ  
164 第3のレーキフィンガ  
163 第2のパワーメータ  
166 第1の所望の無線周波(RF)信号  
168 所望のRF信号  
170 第2の所望のRF周波(RF)信号



[図1]



〔図2〕



【図3】

